

Power semiconductor module with base plate

Publication number: DE19609929 (A1)

Publication date: 1997-09-18

Inventor(s): SPANN THOMAS DIPL ING [DE]

Applicant(s): IXYS SEMICONDUCTOR GMBH [DE]

Classification:

- **international:** **H01L23/492; H01L23/48;** (IPC1-7): H01L23/14; H01L23/32; H01L25/07

- **European:** H01L23/492

Application number: DE19961009929 19960314

Priority number(s): DE19961009929 19960314

Also published as:

DE19609929 (B4)

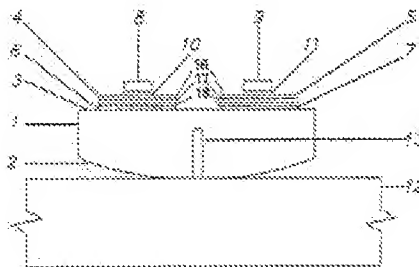
Cited documents:

DE4338107 (C1)
DE4318463 (C2)
DE4020577 (A1)
US4887149 (A)
US4100566 (A)

more >>

Abstract of DE 19609929 (A1)

The base plate (1) has a flat top side (3) and a convex underside (2). On the top side are located one or more, thermally conductive and electrically insulating substrates (4,5) coupled to the base plate by a soft solder layer each (6,7). One or more power semiconductor chips (8,9) are each coupled to a substrate by another soft solder layer (10,11). The base plate comprises one or more slits (13) on its convex underside, whose depth corresponds only to a part-thickness of the base plate at the respective point. Preferably the base plate is of copper (Cu), or a compound of silicon carbide and aluminium (SiC/Al). The cooling body (12) deducts heat from the semiconductor through contact with the slits.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 09 929 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 L 23/14
H 01 L 23/32
H 01 L 25/07

②① Aktenzeichen: 196 09 929.3
②② Anmeldetag: 14. 3. 96
④③ Offenlegungstag: 18. 9. 97

DE 196 09 929 A 1

⑦① Anmelder:
IXYS Semiconductor GmbH, 68623 Lampertheim, DE

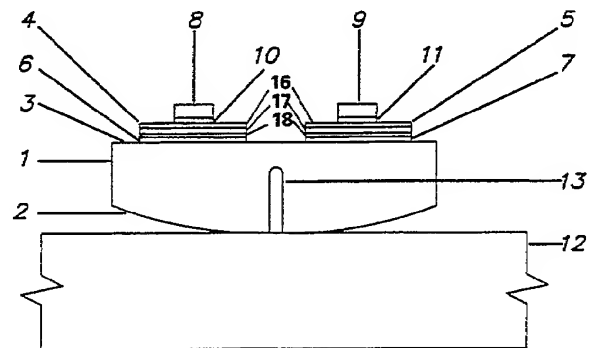
⑦② Erfinder:
Spann, Thomas, Dipl.-Ing., 09599 Freiberg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	43 38 107 C1
DE	43 18 463 C2
DE	40 20 577 A1
US	48 87 149
US	41 00 566
WO	92 06 495 A1

⑤④ Leistungshalbleitermodul

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungshalbleitermodul mit einer Bodenplatte (1), bei dem zur Verbesserung des thermischen Kontakts zwischen der Bodenplatte (1) und einem Kühlkörper (12), auf den das Modul aufgeschraubt wird, an der konvexen Unterseite (3) der Bodenplatte (1) ein oder mehrere Schlitz(e) (13) vorhanden sind. Die Schlitz(e) (13) bewirken Verformungen der Bodenplatte (1) an - bezüglich einer Beeinflussung aufgelöteter Substrate (4, 5) - unkritischen Stellen mit dem Ergebnis eines verbesserten thermischen Kontaktes der Bodenplatte (1) zum Kühlkörper (12).



DE 196 09 929 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungshalbleitermodul mit einer Bodenplatte, darauf aufgelöteten elektrisch isolierenden Substraten und darauf wiederum aufgelöteten Leistungshalbleiterbauelementen entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Mit Leistungshalbleitermodulen wird üblicherweise eine Stromrichterschaltung oder ein Teil einer solchen Schaltung realisiert. Sie sind für die Montage auf einem Kühlkörper konzipiert.

Ein solches Halbleitermodul ist aus der DE 43 38 107 C1 bekannt. Bei dem daraus bekannten Modul ist die Oberseite der Bodenplatte plan und die Unterseite in bezug auf die plane Oberfläche konvex geformt. Stimmen Längs- und Querausdehnungen der Bodenplatte annähernd überein, besitzt die Unterseite die Form einer Kugelkalotte. Durch den Lötvorgang, das Aufbringen eines Gehäuses und das Aufschrauben der Bodenplatte auf den Kühlkörper wird die Konvexität der Unterseite der Bodenplatte verringert und ein großflächiger Kontakt zum Kühlkörper hergestellt. Die Lötung erfolgt beim bekannten Modul in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden keramische Substrate, die eine lötfähige Oberfläche aufweisen, auf die Bodenplatte gelötet und in einem zweiten Schritt werden die Substrate mit Halbleiterbauelementen verbunden. Ein solches Modul wird üblicherweise mit Anschlußleitern, einem Gehäuse und einer Gehäusefüllung versehen.

Das so fertiggestellte Modul wird auf einen planen Kühlkörper aufgeschraubt. Dazu weist die Bodenplatte in ihrem Randbereich Bohrungen für Befestigungsschrauben auf. Durch die Montage auf den Kühlkörper soll sich die Bodenplatte verformen, bis die Unterseite plan am Kühlkörper anliegt. Die Oberseite verformt sich konvex.

Die Beeinflussung der Krümmung der Bodenplatte hängt vor allem von den Lotwerkstoffen, den Lotdicken, und der Anzahl und Lage von aufzulötenden Substraten ab. Da einer oder mehrerer dieser Parameter bei jeder Lötung variieren, ist die letztliche, nach der Montage nach gegebene Krümmung der Unterseite der Bodenplatte bei jedem Modul unterschiedlich ausgeprägt. Versuche haben gezeigt daß trotz ursprünglich gleichem Krümmungsradius der Unterseite mehrerer Bodenplatten nicht immer ein gleich guter Kontakt zum Kühlkörper erreicht werden kann. Bei manchen Modulen fehlt deshalb an Teilflächen der Bodenunterseite der notwendige Kontakt zum Kühlkörper. Vor allem fehlt oftmals der Kontakt an Seitenbereichen, an denen eine Verschraubung fehlt und die Bodenplatte nicht ausreichend an den Kühlkörper gepreßt wird. Eine solche Situation ist in Fig. 1 zu sehen, die eine Bodenplatte 1 mit Bohrungen 14 darstellt. Die Bohrungen dienen der späteren Verschraubung auf den Kühlkörper. Die schraffierten Flächen 15 sind typische Bereiche, bei denen ein unbefriedigender Kontakt zum Kühlkörper gegeben ist. Werden die Schrauben fester angezogen, um einen allseitigen Kontakt zum Kühlkörper herzustellen, kann es in der Mitte der Bodenplatte zu einer Aufwölbung kommen.

Die DE 39 40 933 A1 befaßt sich ebenfalls mit dem Problem des thermischen Kontakts zwischen einer Modulbodenplatte und einem Kühlkörper. Dort wird eine Kupfer-Bodenplatte mit Hilfe einer konvex gekrümmten beheizbaren Preßvorrichtung in eine gewünschte Form gebracht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lei-

stungshalbleitermodul anzugeben, dem ein guter thermischer Kontakt zwischen Leistungshalbleiterbauelementen, Substraten und einer Bodenplatte zu einem Kühlkörper gewährleistet ist. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, Verspannungen der Bodenplatte, welche im Langzeiteinsatz zu Verformungen der Bodenplatte führen können, zu minimieren.

Diese Aufgabe wird bei einem Leistungshalbleitermodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnendes Merkmal gelöst.

Der oder die vorgeschlagenen Schlitze an der Unterseite der Bodenplatte lassen sich so dimensionieren und anordnen, daß praktisch keine Beeinträchtigung der Wärmespreizung in der Bodenplatte auftritt und eine großflächige Wärmeableitung an den Kühlkörper gegeben ist.

Eine ausführlichere Beschreibung der Erfindung und ihrer Ausgestaltungsmöglichkeiten erfolgt nachstehend anhand der Zeichnungsfiguren.

Es zeigen:

Fig. 1 Bodenplatte eines Moduls nach dem Stand der Technik, mit typischen Flächenbereichen, die einen unzureichenden thermischen Kontakt zu einem Kühlkörper haben;

Fig. 2 Leistungshalbleitermodul mit wenigstens einem Schlitz an der Unterseite seiner Bodenplatte,

Fig. 3 eine mögliche Ausführung der Bodenplatte.

Fig. 2 zeigt eine Modulanordnung, wobei für die Erfindung unwesentliche Details, wie Modulgehäuse, elektrische Anschlüsse und Leiterbahnen nicht dargestellt sind.

Fig. 2 zeigt eine Bodenplatte 1, die im allgemeinen aus einem gut wärmeleitenden Werkstoff, z. B. aus Kupfer oder aus einem lötfähigen Verbundwerkstoff aus Siliziumkarbid und Aluminium (SiC/Al) besteht. Die Bodenplatte 1 hat eine plane Oberseite 3 und bezüglich dieser planen Oberseite eine konvex gekrümmte Unterseite 2. Auf der Oberseite 3 sind thermisch gut leitende, elektrisch isolierende Substrate 4, 5 angeordnet. Diese bestehen üblicherweise aus einer Platte 17 aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) oder Aluminiumnitrid (AlN), die auf der Ober- und Unterseite jeweils mit einer lötfähigen Kupferschicht 16, 18 versehen ist, wobei die obere Schicht 16 zu Leiterbahnen strukturiert ist. Die Kupferschichten 16, 18 sind nach einem Direktverbindungsverfahren aufgebracht. Die Substrate 4, 5 werden mit der Oberseite 3 der Bodenplatte 1 durch Weichlotschichten 6, 7 verbunden. Auf der Oberseite der Substrate 4, 5 sind über weitere Weichlotschichten 10, 11 Leistungshalbleiterbauelemente in Form von Halbleiterchips 8, 9 befestigt. Die Halbleiterchips 8, 9 können über nicht dargestellte Leiterbahnen miteinander und mit ebenfalls nicht dargestellten Gehäuseanschlüssen verbunden sein. Auch üblicherweise vorhandene Bandverbindungen mit Drähten zwischen den Chipoberseiten und Leiterbahnen sind nicht gezeigt.

Die konvex gekrümmte Unterseite 2, deren Krümmung in der Zeichnung übertrieben dargestellt ist, weist einen oder mehrere Schlitze 13 auf. Diese sind derart dimensioniert und angeordnet, daß die mechanische Stabilität der Bodenplatte 1 gewährleistet ist, die Wärmespreizung in der Bodenplatte nicht beeinträchtigt wird und die Wärmeabfuhr von den Halbleiterbauelementen 8, 9 über die Substrate und über die Bodenplatte 1 zu einem Kühlkörper 12 durch einen großflächigen Kontakt zum Kühlkörper verbessert wird. Die Anordnung der Schlitze 13 wird deshalb so gewählt, daß diese nicht unterhalb der Substrate 4, 5 verlaufen. Eine mögli-

che Gestaltung einer Bodenplatte 1 mit einem einzigen Schlitz 13 ist in Fig. 3 dargestellt.

Die Schlitz 13 in der Bodenplatte 1 bewirken, daß auf die plane Oberfläche 3 wirkende Kräfte, z. B. durch ein Gehäuse bzw. eine Verschraubung auf den Kühlkörper, zu einer verbesserten Anpassung der Bodenplatte an den Kühlkörper führen. Geringe, erwünschte Verformungen der Bodenplatte treten somit nur im Bereich des oder der Schlitz 13 und nicht unterhalb von Substraten auf. Eine Verformung von Lotschichten, die sich zwischen den Substraten und der Bodenplatte befinden, wird dadurch minimiert. Die Plattenunterseite erhält einen allseitig guten Kontakt zum Kühlkörper. Der verbesserte Gesamtkontakt führt zu einer verbesserten Wärmeabfuhr von den Leistungshalbleiterchips zum Kühlkörper.

Die Lötung des Moduls erfolgt in zwei Schritten. Zuerst werden die Substrate und die Halbleiterchips mit einem höherschmelzenden Lot verlötet und anschließend drahtgebondet. Im zweiten Schritt werden die Substrate auf die Bodenplatte gelötet, wobei ein Lot verwendet wird, dessen Schmelztemperatur unter der des Lotes der ersten Lötung liegt.

Patentansprüche

25

1. Leistungshalbleitermodul

- mit einer Bodenplatte (1), die eine plane Oberseite (3) und eine konvex gekrümmte Unterseite (2) hat,
- mit einem oder mehreren auf der Oberseite (3) der Bodenplatte (1) angeordneten, thermisch gut leitenden und elektrisch isolierenden Substraten (4, 5), die mit der Bodenplatte (1) jeweils durch eine Weichlotschicht (6, 7) verbunden sind, und
- mit einem oder mehreren Leistungshalbleiterchips (8, 9), die jeweils durch eine Weichlotschicht (10, 11) mit einem der Substrate (4, 5) verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) an ihrer konvexen Unterseite (2) einen oder mehrere Schlitz (13) aufweist, deren Tiefe nur einem Teil der Bodenplattendicke an der jeweiligen Stelle entspricht.

2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) aus Kupfer oder aus einem Verbundwerkstoff aus Siliziumkarbid und Aluminium (SiC/Al) besteht.

3. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate (4, 5) jeweils aus einer Keramikplatte (17) bestehen, die auf der Ober- und Unterseite jeweils mit einer Kupferschicht (16, 18) versehen sind, die mittels eines Direktverbindungsverfahrens aufgebracht sind.

4. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikplatte (17) jeweils aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) oder Aluminiumnitrid (AlN) besteht.

5. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Kupferschicht (16) zu Leiterbahnen strukturiert ist.

6. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Schlitz (13) nicht unter Substraten (4, 5) verlaufen.

7. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorste-

henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Modul nach einem zweistufigen Lötverfahren hergestellt ist und die Weichlotschichten (10, 11) zur Verbindung der Halbleiterchips (8, 9) mit den Substraten (4, 5) aus einem höher schmelzenden Lot bestehen, als die Weichlotschichten (6, 7) zur Verbindung der Substrate (4, 5) mit der Bodenplatte (1).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

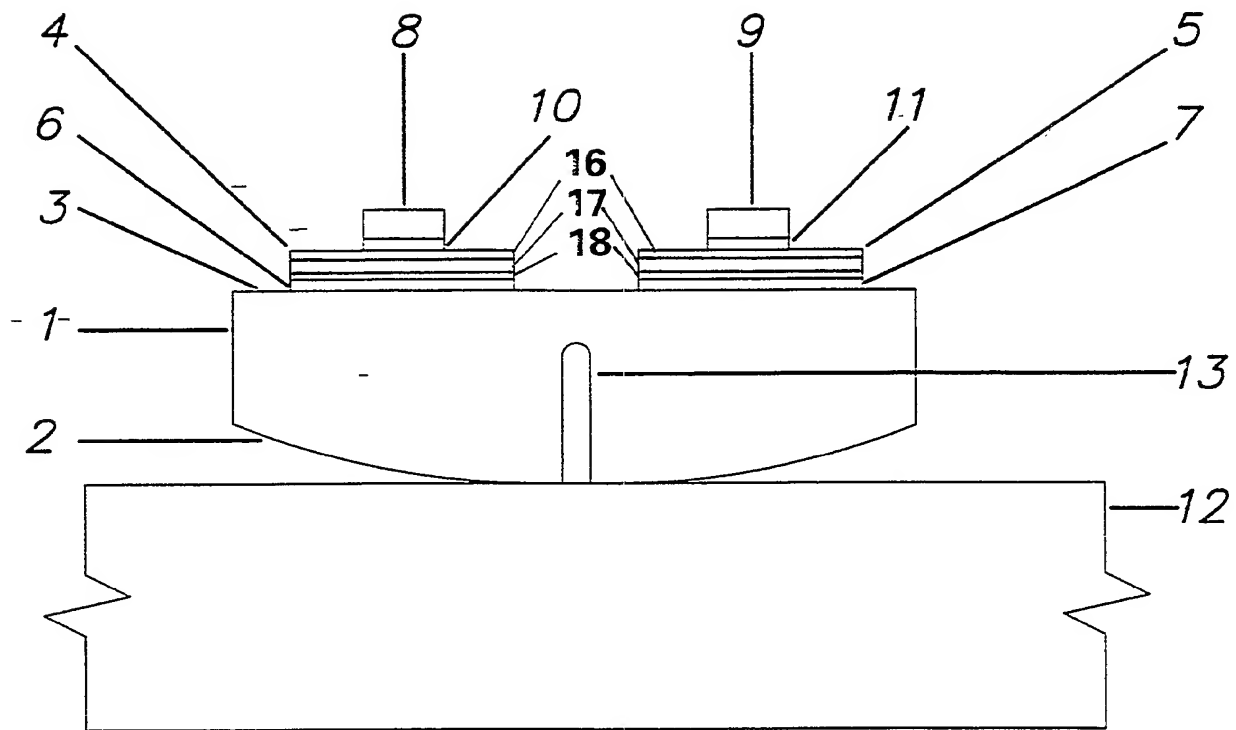


Fig. 2

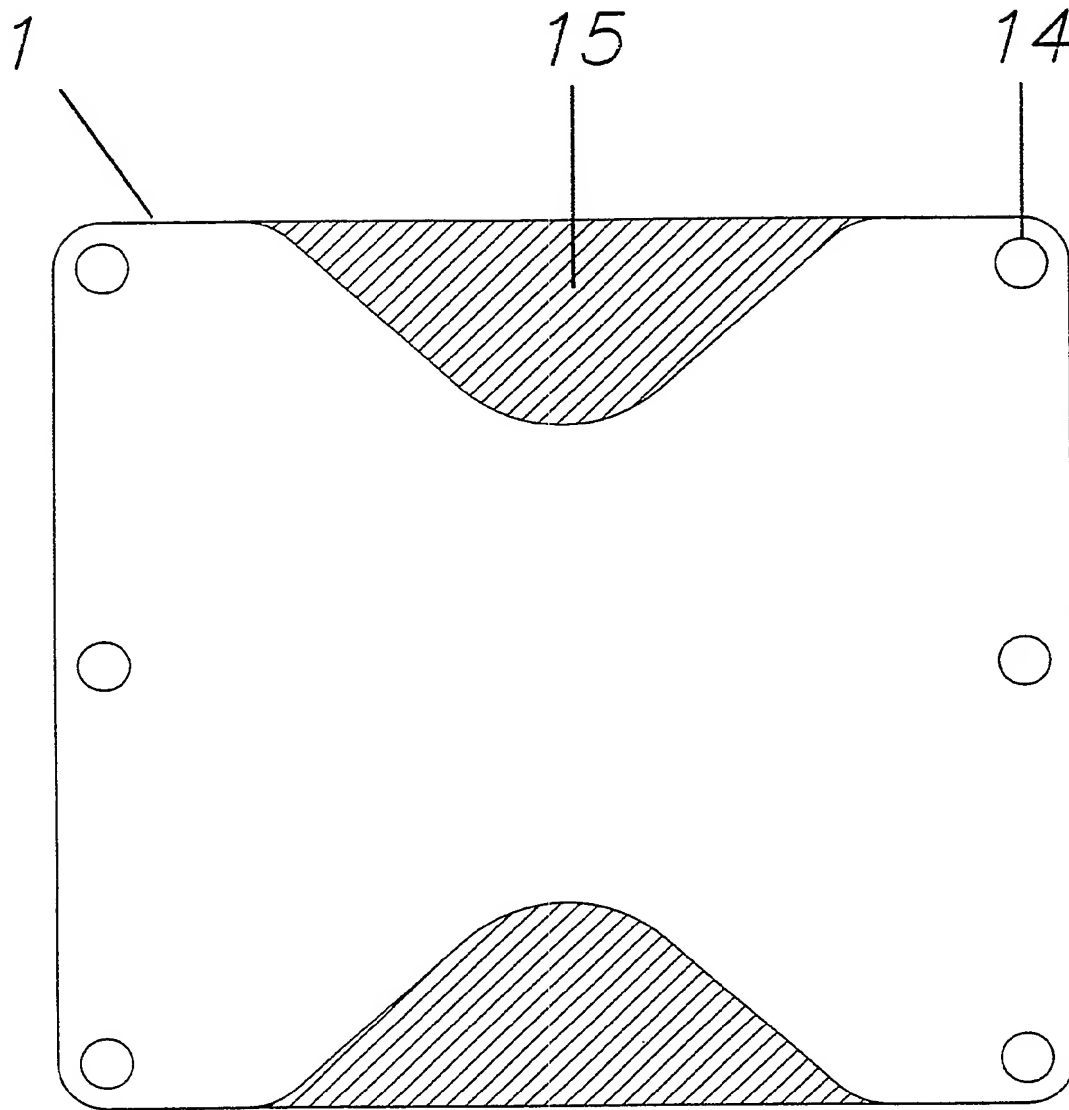


Fig. 1

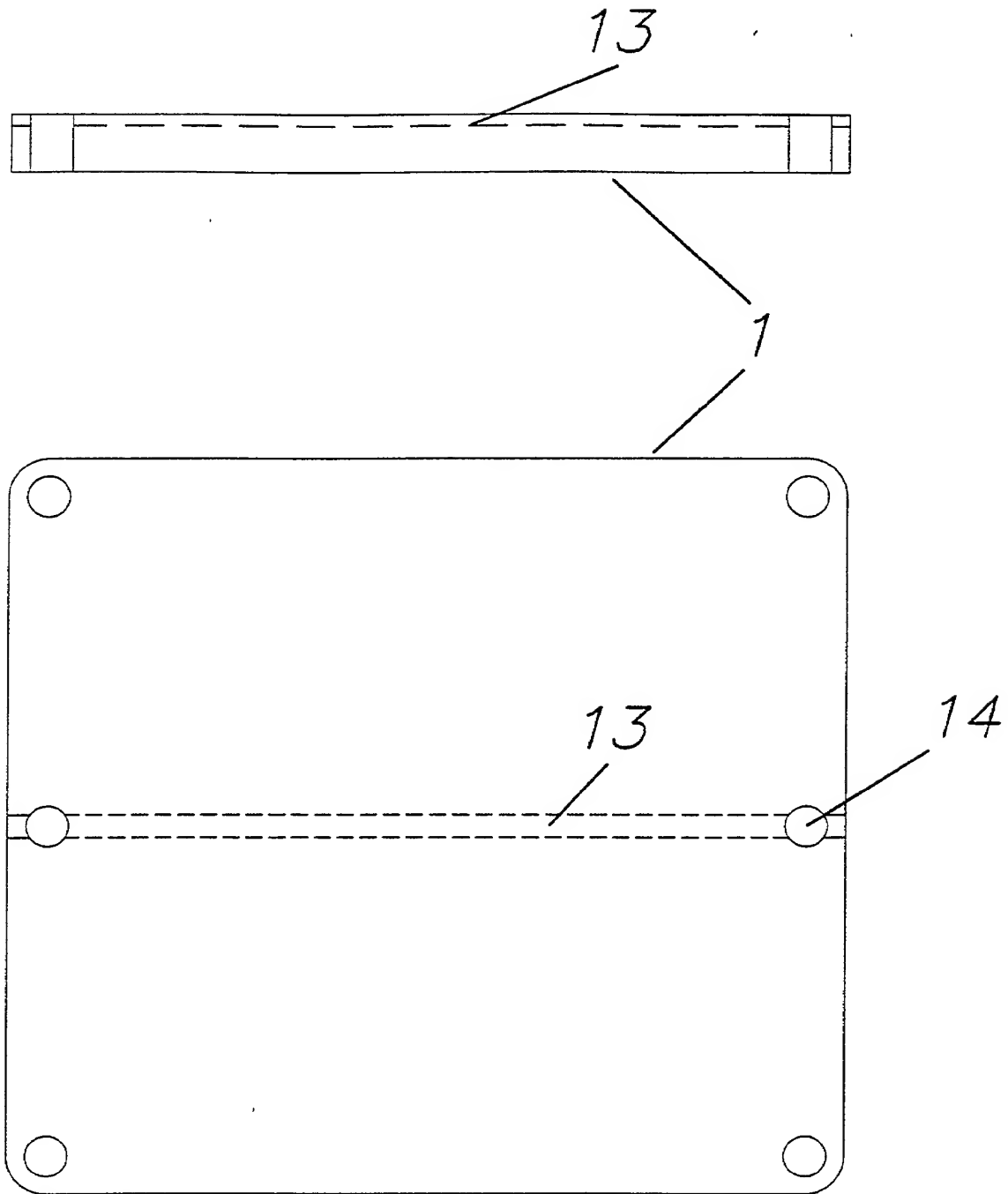


Fig. 3